

## 漢拏山 亞高山地帶의 森林群集構造에 관한 研究 - 구상나무림<sup>-1\*</sup>

金甲泰<sup>2</sup> · 秋甲詰<sup>3</sup> · 白吉錢<sup>2</sup>

### Studies on the Structure of Forest Community in Subalpine Zone of Mt. Halla - *Abies koreana* Forest<sup>-1\*</sup>

Gab-Tae Kim<sup>2</sup>, Gab-Chul Choo<sup>3</sup> and Gil-Jeun Baek<sup>4</sup>

#### 요 약

한라산 북부 및 서부지역의 아고산지대(1,350-1,720m)에 분포하는 한국특산종인 구상나무의 생육현황과 구상나무림의 군집구조를 정확히 파악하여 앞으로의 구상나무림 관리의 기초자료로 활용하고자, 구상나무가 분포하는 지역에 20개의 조사구(10×10m)를 설치하여 식생을 조사하였다.

한라산 아고산지대의 삼림은 구상나무-주목나무-제주조릿대 군집이었다. 수종간의 상관관계는 물참나무와 서어나무; 서어나무와 당단풍나무, 팽팥나무; 주목나무와 털진달래, 귀룽나무 등의 수종들 간에는 비교적 높은 정의 상관관계를, 구상나무와 물참나무; 구상나무와 당단풍나무; 제주조릿대와 산벗나무 등의 수종들 간에는 높은 부의 상관관계를 보였다. 구상나무의 활력이 저조한 것으로 나타났으며, 8.11%는 고사목이었다. 구상나무 고사목은 흉고직경 10-30cm 범위의 것들이 대부분이었다.

#### ABSTRACT

To investigate the structure of Korean native species, *Abies koreana* forest in subalpine zone of Mt. Halla, 20 plots (10×10m) set up with random sampling method were surveyed.

The forest on subalpine zone in Mt. Halla was *Abies koreana* - *Taxus cuspidata* - *Sasa quelpaertensis* community. High positive correlations were shown between *Quercus x grosseserrata* and *Carpinus laxiflora*; *Carpinus laxiflora* and *Acer pseudo-sieboldianum*, *Ilex crenata*; *Taxus cuspidata* and *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*, *Prunus padus*, and high negative correlations were shown between *Abies koreana* and *Quercus x grosseserrata*; *Abies koreana* and *Acer pseudo-sieboldianum*; *Sasa quelpaertensis* and *Prunus sargentii*. Vigor of *Abies koreana* was depressed, 8.11% of total number of *Abies koreana* investigated were dead, DBH of dead individuals ranged mainly 10-30 cm.

*Key words* : Korean native species, species correlations, dead tree, subalpine zone *Abies koreana* - *Taxus cuspidata* - *Sasa quelpaertensis* community

#### 서 론

漢拏山은 우리나라 3대 靈山의 하나로 남한에 서는 가장 높은 산(1,950m)이다. 제주도는 세계

식물구계 분류에 의하면 中日植物區의 暖帶亞區系에 속하며, 저지대에서는 난대아구계의 지표종인 가시나무류를 비롯한 상록활엽수가 분포하나 해발고도가 높아짐에 따라 다양한 식생이 분포하고 있어 학술적 가치가 높은 동식물의 보고이다.

<sup>1</sup> 接受 1998年 3月 26日 Received on March 26, 1998.

<sup>2</sup> 상지대학교 생명자원과학대학 Coll. of Life Sci. & Natu. Resour. Sangji Univ. Wonju 220-702, Korea

<sup>3</sup> 진주산업대학교 Chinju Natl. Univ. Chinju 660-280, Korea

\* 이 연구는 교육부 학술연구 조성비(농업과학: 농-95-22)에 의하여 수행되었음.

지질학적으로 제3기에 화산분출로 생성된 死火山으로 크고 작은 360여개의 기생화산인 오름들로 형성되어 철따라 바뀌는 오묘하고 독특한 자연경관은 탄성을 자아내게 하는 명산으로 1970년 3월 24일 국립공원으로 지정되었다. 최근 탐방객에 의한 훼손이 극심하여 백록담을 중심으로 한 고산지대에는 출입을 통제하고 있는 실정이며, 산과 자연을 사랑하는 많은 사람들의 우려가 심한 곳이다.

최근 한라산과 지리산에 분포하는 구상나무의 쇠퇴현상을 밝히려는 많은 연구들이 보고되고 있다(김은식, 1994; 김갑태 등, 1991, 1997; 김태욱 등, 1988). 구상나무는 1915년 中井의 식물조사보고서에 분비나무로 수록하였으나, 그 해 東亞植物 권위자 E.H. Wilson이 中井과 더불어 한라산에서 이 나무를 발견하고는 분비나무와는 다른 새로운 종, 구상나무(*Abies koreana*)라 명명하여 우리나라의 특산종이 된 나무(이창복, 1970)로 지리산, 한라산, 덕유산, 가야산의 고산지대에 주로 분포하고 있다(정태현과 이우철, 1965). 지리산 반야봉과 천왕봉을 중심으로 구상나무림을 조사한 김갑태 등(1991, 1997)은 각각 약 12%에 달하는 구상나무 개체가 고사목임을 밝힌 바 있다. 구상나무는 다른 고산수종에 비하여 고사하는 개체가 많으며(김은식, 1994; 김갑태 등, 1991, 1997), 상층에 비하여 우점치가 중, 하층에서 현저히 줄어들어 점차 구상나무가 줄어들고 있는 것으로 추정된다(이강령, 1992; 문현식과 이강령, 1994; 김갑태 등, 1991, 1997). 이윤환과 홍성천(1995)은 구상나무림의 보존과 임업경영에 필요한 자료를 얻고자 ZM방식으로 군락분류를 하였으며, 정재민 등(1996)은 지리산 구상나무림 식생구조와 치수발생을 조사하여 상층의 피도와 치수발생 및 생육과 밀접한 관련이 있음을 보고하였다. 김은식(1994)은 구상나무림의 고사원인을 밝히고자 한라산과 지리산을 조사하여 이러한 구상나무 고사를 전세계적인 삼림쇠퇴 현상으로 판단하였으며, 쇠퇴의 가장 중요한 인자는 오염으로 인한 이상기후일 것이라 주장하였다. 김갑태 등(1996)은 오대산 두노봉-상왕봉의 주목과 분비나무의 생육쇠퇴 현상이 심하며, 분비나무의 10.9%는 고사목임을 보고하였다. 고산지대의 식생은 훼손은 쉬우나 복원이 매우 힘들며, 저지대의 식생형과는 수종 구성이 크게 다르며 독특한 식생구조를 가지고 있다는 점 등이

고산지대의 식생보존의 필요성으로 지적되어 왔으며, 특히, 구상나무림에 대한 조사와 대책수립이 필요함을 주장하였다.

이에 이 연구는 한라산 북부 및 서부지역의 아고산지대(1,350-1,720m)에 분포하는 구상나무림을 대상으로 그들의 종구성적 특성과 생육현황을 조사, 분석하여 앞으로의 구상나무림의 합리적 유지 관리를 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사구 설정

한라산 북부 및 서부지역의 아고산지대에 분포하는 구상나무림을 대상으로 입지환경과 식생의 상관적 특성을 고려하여 20개의 조사구를 설치하였으며, 조사구의 크기는 10m×10m이다(Fig. 1).

### 2. 식생 및 구상나무 생육현황 조사

식생조사는 1996년 10월 하순과 11월 초순에 실시하였으며, 각 조사구에 대하여 수관의 위치에 따라 상, 중, 하층으로 구분하여 상층과 중층은 수종, 개체수, 수고, 흉고직경을 측정 기록하였으며, 하층은 수종, 개체수, 피도를 측정하여 식생조사표에 기록하였다. 수목의 성장과 환경요인들과의 관련성을 알아보기로 표고, 방위, 경사도, 지형, 낙엽퇴, 토심, 토양수분 조건, 토양산도 등도 조사하였다. 특히 구상나무에 대하여 그들의 직경급 분포, 고사목의 직경급과 개체수, 치수의 개체수, 타 수종들과의 상관성을 조사, 검토하였다. 구상나무의 생육현황은 고산수목 생

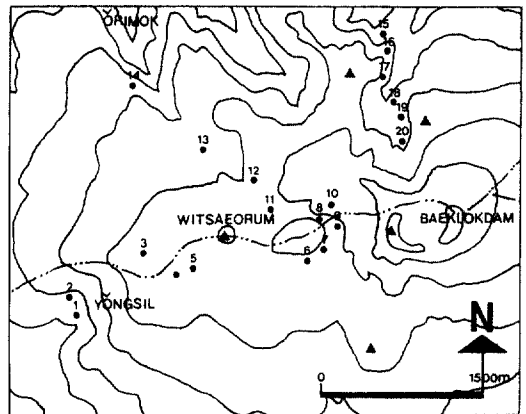


Fig. 1. Location map of the surveyed districts in subalpine zone of Mt. Halla

육현황 조사표(김갑태 등, 1994)를 이용하여 입지환경, 임황, 잎의 변색과 낙엽, 줄기의 생육상태, 정아우세, 수세 등에 대하여 조사하였다. 고산수목 생육현황 조사표는 잎의 변색이나 낙엽, 신초의 고사, 소지의 생장 등을 점수화하고 생육중이나 생육상태가 나쁜 것은 점수가 많이 나오도록 조사 항목별로 점수화 하였다.

**3. 삼림군집구조 분석 및 종간의 상관관계**

식생조사의 결과로 얻어진 자료에 의하여 각 수종의 상대적인 중요도를 나타내는 측도로서 상대우점치(importance value, IV)를 구하였으며, (상대밀도+상대피도+상대빈도)/3으로 계산하였으며, 상중하층의 개체의 크기를 고려하여(상층 IV×3+중층IV×2+하층IV)/6로 평균상대우점치(MIV)를 계산하였다.

각 조사구 내에서 집계된 수종별 개체수 자료를 토대로 spss를 이용하여 종간의 상관관계를 구하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 입지환경 및 종구성 특성**

각 조사구의 주요 환경인자 및 출현종수를 Table 1에 보였다. 조사구들은 해발 1,350-1,720m 사이에 위치하며, 한라산의 북부와 서부지역으로 백록담 아래 수목 한계선 아래쪽에 구상나무가 분포하는 지역에 집중적으로 배치되었다. 경사도는 25° 미만, 교목상층의 수고는 3-14m 범위에 속하였다. 토양산도는 pH 5.2-6.3의 범위, 낙엽되는 3-5cm의 범위로 비교적 건전한 산림토양이었다. 토양수분 조건은 고산지대로 대부분이 습

한 편이나 지형적 요인으로 다소 건조한 곳도 있었다. 조사구당 목본식물의 출현종수는 3-11 종으로 저지대의 숲들에 비하여 상대적으로 단순한 편이었다.

**2. 구상나무림의 군집구조**

구상나무림의 군집구조를 조사한 결과를 정리한 것이 Table 2이다. 상층에서는 구상나무의 IV가 57.6%로 매우 높고, 다음으로 물참나무의 IV가 8.9%, 서어나무의 IV가 7.6%였으며, 중층에서도 구상나무의 IV가 35.7%로 가장 높고 다음으로 주목의 IV가 22.4%, 당단풍나무의 IV가 9.3%로 나타났다. 하층에서는 제주조릿대의 IV가 47.6%로 가장 높았고, 다음으로 주목의 IV가 11.2%, 떡버들의 IV가 10.0%로 높게 나타났다. 이러한 결과를 종합하면 한라산 아고산지대 구상나무림의 종구성적 특성은 구상나무-주목나무-제주조릿대 군집으로 특징지을 수 있었으며, 이는 이경재 등(1992)이 한라산 아고산지대 식물군집구조 조사로 밝힌 구상나무-주목나무 군집과 비슷한 구조로 판단된다.

**3. 종간 및 수종분포와 환경인자와의 상관관계**

Table 3은 20개 조사구별 개체수 자료에 의하여 주요 수종들의 종간 상관관계 분석을 나타낸 것이다. 수종간의 상관관계에서는 물참나무와 서어나무; 서어나무와 당단풍나무, 팽팍나무; 주목나무와 털진달래, 귀룽나무 등의 수종들 간에는 높은 정의 상관이 인정되었고, 구상나무와 물참나무; 구상나무와 당단풍나무; 제주조릿대와 산벚나무 등의 수종들 간에는 높은 부의 상관인 인정되었다.

**Table 1.** Description of microtopography, soil and vegetation for each plot in subalpine zone of Mt. Halla

Plot number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Altitude	1350	1490	1650	1680	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1720	1720	1650	1510	1400	1450	1490	1490	1520	1490
Aspect	SE	SE	NW	SW	SW	S	S	S	S	S	NE	S	SW	NE	NW	NE	NW	SE	NW	NW
Slope(°)	3	3	3	4	2	1	1	1	1	1	2	1	4	4	25	10	20	15	5	5
Tree height(m)	13	12	5	4	10	4	3	3	3	4	5	5	6	13	14	9	8	6	7	7
Litter depth(cm)	5	5	5	4	3	5	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Soil depth(cm)	18	18	18	15	20	20	15	15	10	10	15	15	20	20	20	20	20	20	20	20
Soil acidity(pH)	5.9	5.9	6.1	6.1	5.6	5.4	5.9	5.9	5.2	5.2	5.8	6.0	5.4	5.7	5.2	5.6	6.0	6.3	6.1	6.2
No. of tree species (100m)	9	7	8	9	7	5	7	7	6	6	4	3	8	10	9	6	7	11	8	5

**Table 2.** Importance value(IV) and mean importance value(MIV) of major woody species of *Abies koreana* forest in subalpine zone of Mt. Halla

Tree species	Upper	Middle	Lower	MIV
<i>Abies koreana.</i>	57.6	35.7	6.0	41.7
<i>Pinus densiflora</i>	5.5	0.7	0.7	3.1
<i>Salix hallasanensis</i>	2.9	4.4	10.0	4.6
<i>Quercus x grosseserrata</i>	8.9	4.9	1.5	6.3
<i>Betula ermanii</i>	6.9	2.1	0.7	4.3
<i>Taxus cuspidata</i>	3.6	22.4	11.2	11.1
<i>Carpinus laxiflora</i>	7.6	1.5	--	4.3
<i>Carpinus cordata</i>	--	5.1	0.7	1.8
<i>Acer pseudo-sieboldianum.</i>	--	9.3	2.3	3.5
<i>Prunus sargentii</i>	4.2	6.3	--	4.2
<i>Sasa quelpaertensis</i>	--	--	47.6	7.9
<i>Prunus maximowiczii</i>	1.9	2.1	--	1.7
<i>Ilex crenata</i>	--	--	5.8	1.0
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>	--	--	6.7	1.1

**Table 3.** Correlations between all pair-wise combinations of major woody species in subalpine zone of Mt. Halla

	sp 2	sp 3	sp 4	sp 5	sp 6	sp 7	sp 8	sp 9	sp10	sp11	sp12	sp13	sp14	sp15	sp16	sp17	
sp 1	.66**	.06	-.55*	.59*	-.21	-.05	.56*	.47	.37	-.40	-.17	-.18	-.13	-.05	-.07	.01	
sp 2		.24	-.44	.70**	-.08	.49	.66**	.36	.42	-.29	-.26	-.13	-.13	-.24	-.12	-.15	
sp 3			-.47	.40	-.23	.59*	.24	.33	-.12	-.24	-.22	-.11	-.10	.54*	-.19	-.13	
sp 4				-.53*	-.03	-.21	-.49	-.28	-.21	.04	-.16	-.14	-.30	-.31	.25	-.06	
sp 5					-.39	.59*	.68**	.50	.09	-.43	.26	-.20	-.19	-.19	-.11	.10	
sp 6						-.13	-.17	-.40	.08	.49	.65**	.50	.71**	-.20	-.07	-.15	
sp 7							.52*	.23	-.08	-.16	.03	.01	-.07	-.14	-.13	-.09	
sp 8								.36	.03	-.11	-.16	.05	-.06	-.24	-.18	-.20	
sp 9									-.08	-.39	-.08	.11	-.06	-.07	-.52*	-.08	
sp10										-.25	-.19	-.10	-.11	.29	-.12	.59*	
sp11											-.11	-.16	.58*	-.06	-.04	-.27	
sp12												.09	.82**	-.03	-.14	.10	
sp13														.59*	-.09	-.13	
sp14															-.12	-.12	
sp15																.32	
sp16																	-.22

sp 1) *Quercus x grosseserrata* sp 2) *Carpinus laxiflora* sp 3) *Pinus densiflora* sp 4) *Abies koreana*  
 sp 5) *Acer pseudo-sieboldianum* sp 6) *Taxus cuspidata* sp 7) *Acer mono* sp 8) *Ilex crenata*  
 sp 9) *Sasa quelpaertensis* sp 10) *Carpinus cordata* sp 11) *Salix hallaisanensis* sp 12) *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*  
 sp 13) *Berberis amurensis* sp 14) *Prunus padus* sp 15) *Betula ermani*  
 sp 16) *Prunus sargentii* sp 17) *Prunus maximowiczii*

Table 4는 환경인자와 주요 수종들의 상관관계를 나타낸 것이다. 낙엽회와 높은 정의 상관성이 인정된 것은 고로쇠나무였고, 구상나무는 토심과 부의 상관성이 인정되었다. 해발고와 부의 상관성이 인정된 것은 물참나무, 서어나무, 당단풍나무, 제주조릿대 등이었고, 정의 상관성이 인정된 것은

구상나무와 떡버들이었다. 조사구당 출현종수와 정의 상관성이 인정된 것은 까치박달나무였으며, 구상나무는 높은 부의 상관성이 인정되었다.

이러한 결과를 통하여 구상나무는 타 수종들에 비하여 비교적 해발고가 높고 토심이 얇은 환경 조건에서 성장하고 있음을 알 수 있었다.

**Table 4.** Correlations between some site factors and density of major woody species in subalpine zone of Mt. Halla

Site factor	Species																
	sp 1	sp 2	sp 3	sp 4	sp 5	sp 6	sp 7	sp 8	sp 9	sp10	sp11	sp12	sp13	sp14	sp15	sp16	sp17
Aspect	.28	.02	.15	-.45	.20	.00	-.16	-.26	.30	-.01	-.29	.10	.17	.25	.03	.02	.10
Litter depth	.48	.29	.24	-.45	.43	-.29	.16	.21	.68**	.25	-.40	-.07	-.13	.11	.10	-.25	.27
Soil depth	.33	.17	.16	-.52*	.28	-.47	.03	.04	.41	.25	-.31	-.18	-.01	-.09	.30	-.17	.29
Altitude	-.66**	-.60*	-.49	.58*	-.71**	.44	-.45	-.42	-.53*	-.38	.57*	-.29	.27	.22	-.16	.13	-.29
Soil pH	-.01	.04	-.26	-.04	.17	-.07	.09	.02	.03	.27	-.13	.24	.07	.30	-.17	.16	.35
No. of tree species	.37	.39	.32	-.71**	.30	.14	.22	.24	-.17	.59*	.08	.25	.07	.20	.44	.00	.34

Aspect : North(8) North-west(7), North-east(6), West(5), East(4), South-west(3), South-east(2), South(1).

sp 1) *Quercus x grosseserrata* sp 2) *Carpinus laxiflora* sp 3) *Pinus densiflora* sp 4) *Abies koreana*  
 sp 5) *Acer pseudo-sieboldianum* sp 6) *Taxus cuspidata* sp 7) *Acer mono* sp 8) *Ilex crenata*  
 sp 9) *Sasa quelpaertensis* sp 10) *Carpinus cordata* sp 11) *Salix hallaisanensis* sp 12) *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* sp 13) *Berberis amurensis* sp 14) *Prunus padus* sp 15) *Betula ermani*  
 sp 16) *Prunus sargentii* sp 17) *Prunus maximowiczii*

**Table 5.** Frequency distribution by DBH of *Abies koreana* trees investigated in subalpine zone of Mt. Halla

DBH (cm)	5 ≤	10 ≤	15 ≤	20 ≤	25 ≤	30 ≤	35 ≤	40 ≤	45 ≤	Total
No. of Total and Dead Trees										
Total	49	106	91	79	42	31	14	5	1	419
Dead	0	3	8	11	6	6	0	0	0	34
% of Total and Dead Trees										
Total	11.69	25.30	21.72	18.85	10.02	7.40	3.34	1.19	0.24	100.00
Dead	0.00	0.72	1.91	2.63	1.43	1.43	0.00	0.00	0.00	8.11

**Table 6.** Frequency distribution by score of *Abies koreana* trees investigated in subalpine zone of Mt. Halla

Score	<5	5 ≤ <10	10 ≤ <15	15 ≤ <20	20 ≤ <25	25 ≤ <30	30 ≤	Total
Vigor loss		light	←-----→				severe	
No. of Trees	23	30	12	11	1	1	1	79
Percent(%)	29.1	38.0	15.2	13.9	1.3	1.3	1.3	100.0

**4. 구상나무의 생육현황**

Table 5는 구상나무의 직경급별 개체분포를 나타낸 것이다. 생육 중인 구상나무에 있어서는 직경급이 낮을수록 출현빈도가 높은 경향을 보이고 있었으나 유묘나 치수의 수는 다른 수종들에 비하여 적은 편이었다. 흉고직경 10-30cm의 범위에 드는 나무들이 주로 고사목으로 나타났으며, 총 개체수의 8.11%였다. 이는 어느 정도 성장하던 구상나무가 일정 수령이 되어 어떤 원인으로 고사했다는 것으로 추정된다. 이러한 결과

는 지리산에서 약 12%에 달하는 구상나무 개체가 고사목임을 보고(김갑태 등, 1991, 1997)한 것보다는 조금 낮은 값이었다.

고산수목 생육현황 조사표를 이용하여 조사지역 전체에서 생육중인 구상나무 총 79개체를 대상으로 그들의 활력을 조사하였다(Table 6). 조사대상 구상나무의 수고는 1.2-7.0m 범위, 평균은 3.2m였다. 흉고직경은 4-38cm 범위였으며, 평균은 7.25cm였다. 생육현황표에 의한 특징은 1-31점 범위였으며, 평균은 8.33점이었고, 5-10

점의 개체들이 가장 많았다. 생육 중이나 생육상태가 불량한 득점 20점 이상위 개체도 3.9% 정도 되는 것으로 나타났다. 같은 조사표로 생육현황을 조사했던 덕유산 향적봉(김갑태 등, 1994)의 구상나무는 평균 11.2, 지리산(김갑태 등, 1997)의 구상나무는 평균 10.7, 오대산 두노봉(김갑태 등, 1996)의 분비나무는 평균 6.1로 나타나, 거의 비슷한 결과를 보였다. 이러한 결과는 한라산, 지리산, 덕유산에서의 구상나무 쇠퇴현상이 이들 지역만의 문제가 아니며, 구상나무와 분비나무의 분류학적 문제는 차치하고서라도 동일 속(Genus *Abies*)에 관한 세계적인 쇠퇴현상과의 관련성을 검토해야 하며, 쇠퇴의 원인 구명에 많은 노력이 필요하리라 생각된다.

인 용 문 헌

1. 김갑태·추갑철·엄태원. 1997. 지리산 천왕봉-덕평봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구-구상나무림-. 한국임학회지 86(2) : 146-157.
2. 김갑태·김준선·추갑철. 1993. 소백산 도솔봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 6(2) : 127-133.
3. 김갑태·김준선·추갑철·진운학. 1994. 덕유산 국립공원 백련사-향적봉지구의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 7(2) : 155-163.
4. 김갑태·추갑철·엄태원. 1996. 오대산 국립공원 두노봉-상왕봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구-분비 나무림과 주목림-. 환경생태학회 10(1) : 160-168.
5. 김갑태·추갑철·엄태원. 1996. 오대산 국립공원 상원사, 비로봉, 호령봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 환경생태학회 10(1) : 151-159.
6. 김갑태·김준선·추갑철. 1991. 반야봉지역 삼림군집구조에 관한 연구-구상나무림-. 응용생태연구 5(1) : 25-31.
7. 김은식. 1994. 환경변화와 고산지대 수목생장 쇠퇴현상과의 상관성 해석. 한국과학재단 연구보고서 KOSEF 921-1500-018-2. 89pp.
8. 文炫植·李康寧. 1994. 德裕山 구상나무 林分の 植生構造에 關한 研究. 경상대학교 부속연습림 연구보고 4 : 13-28.
9. 李康寧. 1992. 智異山 구상나무 林分の 直徑分布와 群落構造. 경상대학교 부속연습림 연구보고 2 : 1-15.
10. 이경재·조 우·조현서. 1992. 한라산 아고산지대 식물군집구조 및 식생훼손. 응용생태연구 6(1) : 44-54.
11. 이윤원·홍성천. 1995. 구상나무림의 군락생태학적 연구. 한임지 84(2) : 247-257.
12. 이창복. 1970. 구상나무와 새로 발견된 품종. 한국임학회지 10 : 5-6.
13. 임경빈·김갑태·이경재·김준선. 1993. 소백산 비로봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구 -주목림-. 응용생태연구 6(2) : 154-161.
14. 정재민·이수원·이강령. 1996. 지리산 구상나무 임분의 식생구조와 치수발생 및 생육동태. 한국임학회지 85(1) : 34-43.
15. 정태현·이우철. 1965. 한국식물대 및 적지적수론. 성균관대 논문집 10 : 329-435.